CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL:

A CAPACITAÇÃO BRASILEIRA PARA A PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Simon Schwartzman (coord.)
Antônio Paes de Carvalho
Antonio C. Paiva
Carlos J. P. de Lucena
Eduardo Krieger
Fábio Wanderley Reis
Fernando Galembeck
Geraldo L. Cavagnari Filho
João Lúcio Azevedo
José M. Riveros
Oswaldo Luiz Ramos
Sandoval Carneiro Jr.
Sérgio M. Rezende
Sônia M. C. Dietrich
Umberto G. Cordani
Walzi C. Sampaio da Silva

Ciência e Tecnologia no Brasil: a Capacitação Brasileira para a Pesquisa Científica e Tecnológica

Volume 3

Simon Schwartzman (coord.)
Antônio Paes de Carvalho
Antonio C. Paiva
Carlos J. P. de Lucena
Eduardo Krieger
Fábio Wanderley Reis
Fernando Galembeck
Geraldo L. Cavagnari Filho
João Lúcio Azevedo
José M. Riveros
Oswaldo Luiz Ramos
Sandoval Carneiro Jr.
Sérgio M. Rezende
Sônia M. C. Dietrich
Umberto G. Cordani
Walzi C. Sampaio da Silva

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EDITORA

ISBN 85-225-0206-4

Praia de Botafogo, 190 — 22253-900
CP 62.591 — CEP 22252-970
Rio de Janeiro, RJ — Brasil

Documentos elaborados para o estudo de ciência política realizado pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, para o Ministério de Ciência e Tecnologia, no âmbito do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas nestes artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

1ª edição — 1996

Coordenador do projeto: Simon Schwartzman

Edição do texto: Lucia Klein

Copidesque: Maria Isabel Penna Buarque de Almeida

Editoração eletrônica: Denilza da Silva Oliveira, Eliane da Silva Torres, Jayr Ferreira Vaz e Marilza Azevedo Barboza

Revisão: Aleidis de Beltran, Marco Antonio Corrêa e Fatima Caroni

Produção gráfica: Helio Lourenço Netto

Ciência e tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa científica e tecnológica, v. 3 / Simon Schwartzman (coord.). – Rio de Janeiro: Editora Fundação Getulio Vargas, 1996.
420p.

V.1 publicado em inglês sob o título: Science and technology in Brazil: a new policy for a global world.

1. Ciência e tecnologia — Brasil. 2. Ciência e estado — Brasil. 3. Tecnologia e estado — Brasil. I. Schwartzman, Simon, 1939- I. Fundação Getulio Vargas.

CDD – 607.281

Sumário

papel central na formação e consolidação dos parques tecnológicos aqui tratados, em especial nos contatos das EDBs com o universo maior de micro e pequenas empresas bioprodutoras ou usuárias de bioprodutos que mais necessitem de modernização tecnológica e programas de qualidade total.

• O Executivo e o Legislativo devem tomar medidas importantes para criar as condições de contorno necessárias à concretização de um programa nacional de biotecnologia (tecnologia industrial básica, mecanismos de financiamento ágil e favorecido e viabilização de uma indústria de capital de risco).

Referências bibliográficas

Abrabi. *Contribuição para um tratamento da biotecnologia moderna na nova lei de propriedade industrial.* Comissão Especial de Propriedade Industrial da Abrabi, 1991a. (Proposta apresentada ao Congresso Nacional.)

———. *Programa de competitividade industrial* — setor biotecnologia. 1991b. (Proposta da Abrabi aprovada pela Câmara Setorial de Biotecnologia, DIC/SNI/MEFP.)

Burril, G. S. & Lee Jr., K. B. *Biotech 91: a changing environment.* San Francisco, Ernst & Young, 1991.

——— & ———. *Biotech 93: accelerating commercialization; an industry annual report.* San Francisco, Ernst & Young, 1993.

Coombs, J. & Campbell, P. N. *Biotechnology worldwide.* Newbury, CPL Scientific, 1991.

Guimarães, J. A. *Financiamento à ciência e tecnologia em ciências biológicas no Brasil.* (No prelo.)

Medeiros, J. A.; Medeiros, L. A.; Martins, T. & Perilo, S. *Pólos, parques e incubadoras: a busca da modernização e competitividade.* Brasília, CNPq/Ibict e Senai, 1992.

National Science Foundation. *Science and technology data book.* Washington, National Science Foundation, 1990. (NSF 90-304.)

Paes de Carvalho, A. *O pólo Bio-Rio: presente e futuro; um cenário de 1988 a 1998.* Rio de Janeiro, Fundação Bio-Rio, 1988. (Anexo ao plano diretor do pólo Bio-Rio.)

US Congress Office of Technology Assessment. *New developments in biotechnology: patenting life.* Washington, Government Printing Office, 1989.

———. *Biotechnology in a global economy.* Washington, Government Printing Office, 1991.

Zancan, G. *Formação de recursos humanos para a biotecnologia no Brasil.* OEA, 1992. (Projeto Multinacional de Biotecnologia e Tecnologia de Alimentos.)

Botânica, ecologia, genética e zoologia

*Sônia M. C. Dietrich**

1. Resumo histórico: as origens

A história da história natural no Brasil parece ter seguido o mesmo padrão do resto do mundo, no sentido de que a fase moderna da metodologia científica foi precedida por um período de exploração utilitária. O que distinguiu o Brasil dos demais países é que, aqui, a fase moderna aconteceu muito mais tarde (Pires-O'Brien, 1993).

A primeira iniciativa organizada para o desenvolvimento da atividade científica no Brasil foi a criação, em 1808, por dom João VI, do Horto Botânico Real, hoje Jardim Botânico do Rio de Janeiro, a primeira instituição para pesquisa de história natural no país. Em 1818 foi fundado, também no Rio de Janeiro, o Museu Nacional, na época Museu Imperial.

Até então, as anotações ditas eruditas sobre a flora e fauna do Brasil haviam sido feitas por Pero Vaz de Caminha, em sua carta descritiva da nova terra, e, mais tarde, pelas narrativas dos jesuítas Manoel da Nóbrega (1549) e José de Anchieta (1553), exaltando a flora e seus usos pelos índios (Roitman et alii, 1990).

Hans Staden, que viveu vários anos no Brasil, em seu livro editado em 1556 (e reeditado diversas vezes, inclusive em português, por Loefgreen, em 1930), relata a exportação do pau-brasil, a fabricação do cauim e as culturas de milho, mandioca e algodão, entre outras informações sobre a vegetação brasileira (Nogueira, 1987). Essa primeira fase é conhecida como a dos "cronistas não-especializados".

A fase seguinte tem início por volta de 1700 e foi marcada por intensa coleta de material biológico realizada por exploradores estrangeiros. Os dois primeiros, o holandês George Marcgrave (reconhecido por Martius como o pai da história natural brasileira) e o alemão Willem Pies (mais conhecido como Piso), chegaram ao Norte do Brasil em 1637, sob o governo de Maurício de Nassau. Em 1648, Marcgrave publicava a *Historia naturalis Brasiliae*, traduzida para o português por mons. d. José Procópio de Magalhães e editada em 1942 pelo Museu Paulista, em comemoração ao cinqüentenário da fundação da Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. A obra de Piso versou especialmente sobre as qualidades medicinais das diversas plantas do Nordeste brasileiro; traduzida para o portu-

* Instituto de Botânica, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

guês por Alexandre Correia, foi editada em 1948, em comemoração ao cinqüentenário do Museu Paulista (Nogueira, 1987).

Entretanto, além de não ter tido influência sobre o resto do país, essa atividade científica foi descontinuada em função da política de Portugal de proibir o acesso das expedições científicas da época (tais como a do capitão James Cook, de 1768 a 1771, e a de Alexander von Humboldt e Aimé Bonpland, de 1799 a 1804) às terras brasileiras.

Dessa forma, apenas no final do século XVIII surgem os primeiros esforços de naturalistas brasileiros, como frei José Maria da Conceição Velloso e Alexandre Rodrigues Ferreira. Este último, atendendo a um pedido da rainha de Portugal para explorar as riquezas minerais e outras riquezas naturais do Brasil, conduziu um extenso levantamento da região amazônica. O material resultante dessa coleta de animais, plantas e minerais foi depositado no Museu Real da Ajuda (Pires-O'Brien, 1993) e posteriormente, durante a ocupação francesa, por ordem do general Junot, entregue ao naturalista Saint-Hilaire, juntamente com outras coleções, manuscritos e livros sobre a flora e a fauna do Brasil. Hoje, os espécimes de animais e plantas confiscados encontram-se no Museu de História Natural, em Paris, e muitos deles se transformaram em *tipus* de espécies descritas por Saint Hilaire (Goeldi, 1982). Data dessa época, também, o trabalho do médico e naturalista brasileiro Arruda Câmara que, em 1797, publicou a memória sobre a cultura do algodoeiro e trabalhos sobre botânica médica.

A abertura dos portos do Brasil facilitou o intercâmbio intelectual com outros países e a vinda de numerosos naturalistas ao país. Com a implantação das escolas de medicina, farmácia e odontologia, e engenharia, a história natural passou a fazer parte dos seus currículos.

Em 1817, chegaram ao Brasil, acompanhando a comitiva da futura imperatriz d. Leopoldina, o botânico Carl Friedrich Phillip von Martius e o zoólogo Johan Baptiste Spix. O mais espetacular resultado desse evento foi a publicação, no período compreendido entre 1840 e 1908, da monumental obra de Martius, *Flora brasiliensis*, de 40 volumes, catalogando mais de 20 mil espécies de nossa flora. Colaboraram nessa obra 38 botânicos alemães, sete austríacos, cinco ingleses, cinco suíços, quatro franceses, dois belgas, dois dinamarqueses, um holandês e um húngaro, não figurando entre os colaboradores um brasileiro sequer. Ao exaltar a contribuição dos naturalistas estrangeiros ao conhecimento da história natural do Brasil, Fernando de Azevedo (1955) lastima o fato de não terem eles, de um modo geral, procurado formar escolas no país.

A tradição do estudo das ciências naturais por brasileiros, iniciada por Rodrigues Ferreira, Velloso e Arruda Câmara, prosseguiu com frei Leandro do Sacramento (que introduziu o estudo da botânica no Brasil), Freire Alemão e Barbosa Rodrigues, entre outros. Apenas uma excursão liderada por brasileiros, destinada a estudar as províncias do Norte, foi realizada nesse período (em 1857), enquanto a vinda de naturalistas estrangeiros, inclusive Saint-Hilaire (1816-22), continuou sendo um fenômeno freqüente.

A biblioteca do Museu Nacional foi fundada em 1863 e a primeira revista científica brasileira de certa projeção, os *Arquivos do Museu Imperial*, começou a ser editada em 1876 (Nogueira, 1987). No final do século XIX e início do século XX, foram criados os primeiros institutos de pesquisa, destinados à busca de soluções para problemas da agricultura ou da saúde, como o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em 1887 (então Imperial Estação Agrícola), o Instituto de Manguinhos, em 1899 (hoje Fundação Oswaldo Cruz), e o Instituto Butantã. Graças à visão científica de seus fundadores, essas instituições se transformaram em núcleos de pesquisa científica e origem de outras instituições congêneres. Iniciava-se o período moderno ou experimentalista da biologia no Brasil.

A pesquisa genética implantou-se em 1932, no Instituto Agronômico de Campinas, com Carlos Arnaldo Krug, que deu início a um intenso programa de melhoramento do café, algodão, milho e outras culturas de interesse econômico, e em Piracicaba, com F. G. Brieger. Como disciplina, a genética já era ensinada em São Paulo desde 1918 na Escola Agrícola de Piracicaba (hoje Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), e, desde 1919, no Rio de Janeiro, através dos cursos de citologia e embriologia ministrados por André Dreyfus (Perondini et alii, 1977).

De grande importância para a ciência nacional e, particularmente, para as ciências biológicas, foi a fundação, em 1935, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, para a qual foram chamados cientistas europeus de grande renome como Félix Rawitscher, na botânica, André Dreyfus, na genética, e Ernst Marcus, na zoologia, além de muitos outros para as áreas de química, física e matemática. A ecologia foi implantada nos anos 40, no Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo, onde Félix Rawitscher ministrou os primeiros ensinamentos e desenvolveu as primeiras pesquisas de caráter ecológico, voltando-se particularmente para a vegetação do cerrado (Coutinho, 1977). Ao contrário dos seus antecessores, esses cientistas formaram no país escolas que, até hoje, detêm grande prestígio.

2. Objetivos e metodologia

Para a realização de um levantamento quantitativo e semiqualitativo dos pesquisadores das áreas de botânica, ecologia, genética e zoologia, foram utilizados os dados disponíveis nas agências de fomento, principalmente no CNPq e na Capes. Em ambos os casos, os dados são parciais, pois se referem às populações de usuários desses sistemas, não englobando, portanto, toda a comunidade científica dessas áreas. Por essa razão, dados publicados no passado por essas mesmas agências, como em *Avaliação e perspectivas* de 1978 e 1981, além de outros, provenientes de outras fontes, como os fascículos sobre ciência e tecnologia no estado de São Paulo, editados e publicados pela Aciesp em 1977, também foram utilizados, quer como elementos de aferição quantitativa, quer como indicadores da evolução dessas áreas até o presente.

Para análise comparativa da situação dessas quatro áreas da biologia no que se refere aos contingentes de pesquisadores, à capacidade de formação de recursos humanos e à produtividade científica, utilizaram-se dados das fontes já mencionadas. Esses dados também são parciais, embora proporcionais para as quatro áreas, fornecendo, assim, uma visão geral da capacidade nacional instalada das ciências biológicas nessas quatro importantes áreas da biologia.

A questão da disponibilidade de recursos financeiros também é abordada, embora de maneira resumida, uma vez que as ciências biológicas básicas fazem parte de um quadro geral de grave deficiência de recursos para a pesquisa científica e tecnológica nacional. São inclusive sugeridas algumas medidas de caráter geral visando melhorar o desempenho dessas áreas. Medidas mais específicas, entretanto, só podem ser tomadas mediante propostas de grupos de especialistas de cada uma das áreas, e, mesmo, subáreas, respeitando-se as características específicas e os anseios dos grupos qualificados já existentes, dos quais devem partir, naturalmente, as propostas.

Diante disso, este artigo pretende servir como uma base para a avaliação da situação atual das quatro áreas, vistas como um conjunto e analisadas a partir de critérios objetivos e subjetivos de um único observador.

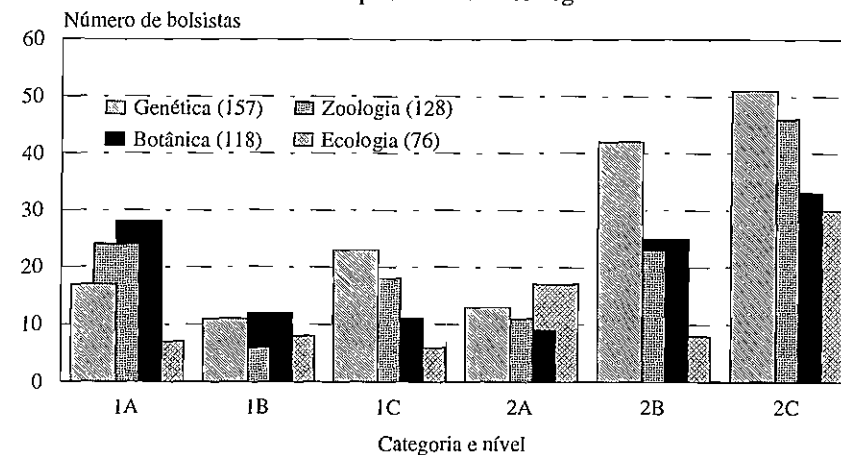
3. Principais grupos e linhas de pesquisa em botânica, ecologia, genética e zoologia no Brasil

Um levantamento preciso dos principais grupos dessas áreas é tarefa difícil, dada a dispersão (e mesmo imprecisão) dos dados disponíveis, em função das diferenças nos procedimentos utilizados para sua coleta pelas distintas fontes. Por outro lado, dados parciais, porém recentes e precisos, podem, separadamente ou em conjunto, permitir a visualização do panorama atual das áreas e de seus principais núcleos de pesquisa.

O levantamento parte dos dados do CNPq sobre seus bolsistas de pesquisa e da forma como se distribuem por categoria e níveis (dentro de cada categoria), nas diferentes instituições e regiões do país. Apesar da precariedade de informações sobre o número de bolsas disponíveis e sobre a iniciativa dos próprios pesquisadores em solicitá-las, o pressuposto deste artigo é que este universo representa uma amostra significativa dos pesquisadores brasileiros e de suas qualificações.

Atualmente, um dos requisitos do CNPq para a concessão de uma bolsa de pesquisa, ainda que nos níveis iniciais (2C), é que o candidato tenha o título de doutor, ou *curriculum vitae* equivalente. Portanto, o bolsista pesquisador do CNPq, mesmo no nível inicial (2C), já deve, teoricamente, possuir formação acadêmica e capacitação científica para iniciar e desenvolver um projeto de pesquisa independente.

A distribuição dos bolsistas do CNPq nos seis níveis para cada uma das quatro áreas aqui analisadas (figura 1) revela que, ao todo, são menos de 500 pesquisadores, distribuídos, em ordem decrescente, da genética (157), zoologia (128), botânica (118) à ecologia (76). Esses dados estão de acordo com a história do desenvolvimento científico dessas áreas. A genética foi, sem dúvida, a que mais se desenvolveu em termos qualitativos e quantitativos, a partir do seu estabelecimento na década de 30, para o que contou com forte apoio da Fundação Rockefeller e, posteriormente, com o incentivo de um programa especial do CNPq/Finep, o Programa Integrado de Genética (PIG), levando a um aumento do interesse e da qualificação profissional dos integrantes dessa área. A botânica e a zoologia têm um número próximo de bolsistas do CNPq, enquanto a ecologia, que se implantou como área científica mais recentemente, é a que menos bolsas de pesquisa recebe.

Figura 1
Distribuição dos bolsistas do CNPq por categorias e níveis, nas quatro áreas da biologia

A análise da distribuição dos pesquisadores por níveis e categorias em cada uma dessas áreas revela que a botânica e a zoologia têm o maior contingente relativo de pesquisadores 1A, ou seja, daqueles que, segundo os comitês do CNPq, atingiram o limite máximo da capacitação científica e de atuação em sua especialidade. Na botânica, o número desses profissionais chega bem próximo ao daqueles que estão ingressando no sistema de bolsas do CNPq, ou seja, dos jovens doutores. Já a genética guarda um equilíbrio moderado entre os diferentes níveis, enquanto na ecologia a maioria das bolsas de pesquisa se concentra na categoria 2 (principalmente 2C e 2A), sugerindo o

estado de "juvenilidade" — mas também, a pujança — do crescimento em qualidade na área.

O grande número de pesquisadores 1A na botânica e zoologia merece alguma reflexão. À primeira vista, seria possível supor que os critérios de qualidade para classificação dos pesquisadores sejam mais condescendentes que nas demais áreas. Isso, no entanto, não explica a existência de tão poucos pesquisadores nos níveis 1B e 1C. Por outro lado, se existem relativamente tantos pesquisadores tão qualificados, qual a razão dos demais níveis não formarem uma série crescente, como está próximo de ser o caso na genética, por exemplo? Uma das hipóteses é que alguns desses pesquisadores altamente qualificados não tenham formado escola, e que, portanto, não tenham deixado seguidores. Outra possibilidade é que essas áreas tenham, em determinado período, recebido menor apoio, por parte dos órgãos de fomento ou das próprias instituições, decorrendo daí a evasão ou o desinteresse por essas áreas. Essas hipóteses não são excludentes e, tampouco, as únicas para explicar os dados. Serão necessárias análises individuais dos casos para se chegar a uma conclusão, para então trabalhar no sentido de alterar esse estado de coisas. Embora ambas as áreas tenham sido objeto de programas especiais do CNPq na década de 70 (Programa Flora e Plano Nacional de Zoologia), não se conseguiu com eles a eficácia desejada (Menezes, 1992; Vanzolini, 1982).

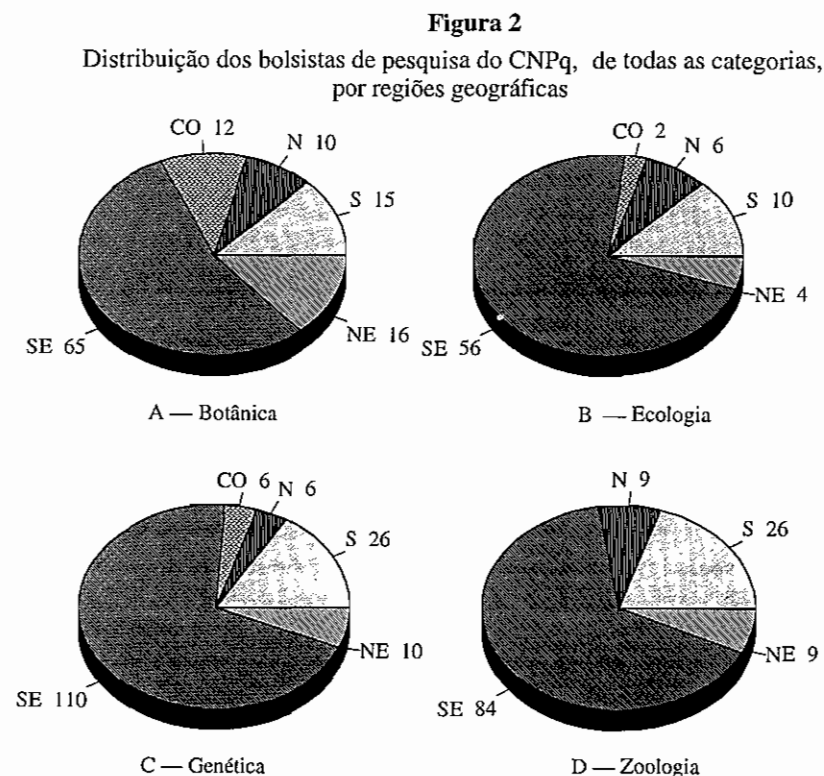
Os números dos bolsistas — pesquisadores distribuídos por suas respectivas instituições — indicam que, em maior ou menor grau, a pesquisa botânica está representada no país em 37 instituições, a zoologia em 33, a genética em 26 e a ecologia em 21 (dados do CNPq de 1993, não publicados). Dessas instituições, a USP é a que tem o maior número de bolsistas pesquisadores nas quatro áreas, e apenas na botânica seu número (14) é equiparado pelo Instituto de Botânica (IBt) da Secretaria do Meio Ambiente. Esses dados permitem concluir que os núcleos de botânica de maior expressão são o da USP e do Instituto de Botânica, além da Unicamp, da Unesp (campus de Botucatu), da UFRGS, do Museu Paraense Emílio Goeldi e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JB/RJ). Existe, nessas instituições, um contingente significativo de botânicos que se distribuem desde os níveis mais elevados até os iniciais. USP, Unicamp, UFRS, Unesp/Botucatu e UFSCar estão entre os principais núcleos de pesquisa em ecologia. Essas mesmas instituições, acrescidas da UFRJ, UFV, da Fundação Oswaldo Cruz e da UFPr, constituem a espinha dorsal da genética e da zoologia. Nesta última área há que acrescentar o Inpa, a UFRRJ, a UFMG e o Museu Emílio Goeldi (MPEG).

Um número considerável de pesquisadores trabalha em instituições não-acadêmicas ou que não oferecem ensino em nível de pós-graduação, por motivos vários que vão desde a baixa concentração de pesquisadores em determinadas instituições de ensino e pesquisa, inviabilizando a criação de um curso de pós-graduação adequado, até a própria origem histórica e a tradição das ciências naturais no Brasil, iniciadas e mantidas nos institutos de pesquisa. Muitos

desses pesquisadores, entretanto, participam ativamente da formação de recursos humanos, inclusive como docentes colaboradores dos cursos oficiais de pós-graduação.

Por outro lado, esses dados apontam para a necessidade de instalação de novos núcleos de pesquisa qualificados em regiões e áreas de concentração até agora menos aquinhoadas. A distribuição percentual dos pesquisadores por região geográfica (figura 2) revela um quadro verdadeiramente preocupante (embora já conhecido), face ao exíguo percentual de pesquisadores nas regiões Norte e Centro-Oeste e sua enorme concentração na região Sudeste. São exatamente as regiões de maiores dimensões territoriais e que abrigam a mais alta diversidade de flora e fauna e os ecossistemas de maior interesse científico e estratégico nacional, como a Amazônia e o Pantanal, as que dispõem de menor número de cientistas. Apenas na botânica se percebe uma certa tendência à dispersão geográfica, provavelmente em função dos programas do CNPq de incentivo à área: o Programa Flora, nos anos 70, e as Linhas de Ação em Botânica, no final dos anos 80 (Nogueira, 1987).

Figura 2

Distribuição dos bolsistas de pesquisa do CNPq, de todas as categorias, por regiões geográficas

A grande concentração de pesquisadores em um número reduzido de instituições nas regiões mais desenvolvidas leva a uma concentração das linhas de pesquisa em problemas de interesse comum a esses grupos e que, além disso, se encontrem ao seu alcance geográfico.

Embora os pesquisadores das regiões Sul e Sudeste participem de atividades de pesquisa e, mesmo, da formação de recursos humanos nas regiões menos favorecidas, as grandes distâncias, por um lado, e a pouca vivência dos problemas locais, por outro, fazem com que, em termos práticos, essas ações tenham pouca eficácia.

Na botânica e na zoologia, que tiveram origens comuns em termos tanto da época quanto das instituições em que surgiram, predominam ainda hoje as pesquisas em taxonomia e a morfologia (tabela 1). A taxonomia de plantas e animais está muito longe de fornecer um conhecimento completo da flora e fauna nacionais. Na zoologia, à exceção das aves, os demais grupos não estão catalogados de forma adequada (Vanzolini, 1982), cabendo a ressalva de que, entre os vertebrados, apenas peixes e répteis são estudados de forma representativa, e, entre os invertebrados, principalmente crustáceos, moluscos e aracnídeos (Narchi, 1977 e listagens de projetos e minidiretórios do CNPq). Segundo Martins (1977), no que se refere à taxonomia e morfologia, a situação da entomologia não difere das demais. Das cerca de 800 famílias de insetos conhecidas mundialmente, abaixo de 100 são ao menos estudadas no Brasil. Como a entomologia está geralmente associada às instituições de pesquisa agronômica, os insetos mais estudados são os úteis e os que representam pragas para a agricultura.

Tabela 1

Distribuição relativa por subáreas dos pesquisadores bolsistas do CNPq em três áreas da biologia

	% do total de pesquisadores bolsistas da área			
	Botânica	Zoologia	Genética	
Taxonomia	36,6	53,9	Vegetal	19,6
Fisiologia	34,1	4,7	Animal	26,6
Morfologia	15,0	18,0	Humana[1]	20,9
Aplicada	7,1	12,5	Microorganismos[2]	28,5
Comportamento	0	10,1	Mutagênese	2,5
Paleontologia	0,8	0,8	Quantitativa	1,3
Geografia	0,8	0	Outras	0,6
Outras	5,6	0		

Fonte: CNPq (1993).

[1] Inclui genética médica.

[2] Inclui genética molecular.

Na botânica, a taxonomia de fanerógamos abrange poucos estudos amplos de floras estaduais, concentrando-se mais em floras de áreas restritas, incluindo muitas reservas biológicas e, mais recentemente, alguns ecossistemas selecionados (Menezes, 1992; Nogueira, 1987). Por sua vez, a fisiologia (e bioquímica) vegetal apresenta um alto percentual de pesquisadores qualificados pelo CNPq. Isto se deve em grande parte às escolas fundadas desde o início deste século nos institutos de pesquisa e na USP. No entanto, a maior parte dos estudos nessa subárea se realiza ainda em instituições ligadas à agronomia. Faltam estudos em linhas de fundamental importância tanto na área básica quanto na aplicada, como fotossíntese e relações hídricas, entre outros (Menezes, 1992 e consultas ao minidiretório do CNPq).

A fisiologia animal é tratada, dentro do CNPq, como uma área individual do conhecimento. As razões para esta separação remontam, mais uma vez, às origens da diversificação das subáreas ou disciplinas da botânica e da zoologia. Enquanto a fisiologia vegetal surgiu dentro de departamentos de botânica, a partir da década de 40, a fisiologia animal emergiu mais precocemente como uma área específica, no final do século passado. A partir de sua implantação, no Museu Nacional, sob a liderança de Louis Couty, difundiu-se pelas faculdades de medicina e por outras instituições mais ligadas a aspectos de interesse humano (Roitman et alii, 1990). Portanto, os pioneiros da botânica e da zoologia deixaram marcas que subsistem até hoje no tipo preferencial de abordagem e, conseqüentemente, até mesmo no grau atual de desenvolvimento dessas áreas no país.

A genética também carrega a marca e as tradições de suas origens. Essa área já atingiu relativa maturidade no país, e é representada por numerosos cientistas com alta qualificação e elevado conceito em âmbitos nacional e internacional, além de apresentar linhas de pesquisa bem estabelecidas e de representatividade equilibrada (tabela 1). Embora parciais, os dados revelam que, antes de 1980, só o estado de São Paulo contava com um total de 154 geneticistas com doutorado (Perondini et alii, 1977).

O rápido desenvolvimento das novas tecnologias, em especial das que envolvem o DNA recombinante, aliado à deterioração generalizada no país do apoio à pesquisa científica, vem provocando mudanças nessa situação privilegiada de liderança da genética em relação às outras três áreas. A maioria dos biólogos moleculares não está mais vinculada aos pesquisadores da genética, e sim aos da bioquímica e da microbiologia, o que significa que, atualmente, as principais iniciativas e linhas de pesquisa da biologia molecular partem desses grupos. Entretanto, a biologia molecular já está se transformando em uma área de pesquisa com características individualizadas e que, embora multidisciplinar, requer uma análise específica.

Da mesma forma, para uma análise das principais linhas ou mesmo subáreas de pesquisa da ecologia, seria necessária uma discriminação mais detalhada do que a do CNPq, com base na qual 78 pesquisadores se distribuem entre a ecologia de ecossistemas (46), a ecologia aplicada (27) e a teórica (5). A primeira

subárea engloba todos os ecossistemas terrestres e os aquáticos, tanto continentais quanto marinhos. A segunda agrupa os pesquisadores da ecologia humana, do manejo e da conservação de ecossistemas, além dos que estudam problemas de poluição e correlatos. Ainda que muitos aspectos dessas subáreas estejam sendo abordados em nível científico elevado e em outras já existam núcleos emergentes (Tundisi, 1977), o número de pesquisadores na área (figura 1) e sua distribuição geográfica (figura 2) por si só indicam a existência de muitas lacunas nas linhas de pesquisa e apontam para o fato de que muitos problemas ecológicos básicos não estão sendo estudados.

4. Capacidade e qualidade na formação de recursos humanos

O CNPq e a Capes são responsáveis por uma grande parcela de bolsas de formação de recursos humanos para a pesquisa científica, desde a iniciação científica até o pós-doutorado (tabela 2). A Fapesp e as outras FAPs criadas mais recentemente completam, em maior ou menor proporção, esse quadro.

Tabela 2

Bolsas para formação de recursos humanos para pesquisa no país e no exterior 1992

Área	No país				No exterior
	IC	AP	M	D	
	850*	137*			83*
Botânica			128	49	
Ecologia			107	34	
Zoologia			144	44	
Genética	247	38	99	98	38

Fontes: CNPq e Capes.
* Somatório das áreas de botânica, ecologia e zoologia.
IC — iniciação científica; AP — aperfeiçoamento; M — mestrado; D — doutorado.
No exterior inclui todas as modalidades: especialização, mestrado, doutorado e pesquisador "senior".
Cerca de 70% das bolsas no exterior são de doutorado.

O número de cursos de pós-graduação em funcionamento e algumas de suas características estão apresentados na tabela 3. Embora relativamente pequenos, esses números são compatíveis com o número de docentes que participam desses cursos. Além do corpo docente regular das universidades, pesquisadores dos institutos isolados também participam como docentes e, quando essa colaboração tem caráter permanente, eles são computados nos dados da Capes aqui apresentados.

Tabela 3

Desempenho dos cursos de pós-graduação nas quatro áreas da biologia

Área	Nº de cursos		Disciplinas oferecidas	Docentes[1]		Alunos inscritos[1]		Alunos titulados/ano[2]		Tempo médio de titulação[2]	
	M	D		Total	c/D	M	D	M	D	M	D
Botânica	11	5	195	223	179	298	169	80	21	4,1	6
Ecologia	12	5	167	310	287	429	152	55	14	4,5	5,7
Genética	11	8	136	159	155	274	231	52	14	3,5	5,0
Zoologia	11	6	203	275	246	316	177	56	14	4,1	5,5
Total	45	24	701	967	867	1.317	729	243	63		

Fonte: Capes (1990/91) e GTC/Capes (jan. 1993).
[1] Em 1991.
[2] Média dos anos 1990/91.
M — mestrado; D — doutorado.

Em todas as áreas, a proporção das instituições de ensino superior (IES) que oferecem apenas cursos no nível de mestrado é relativamente elevada, exceto na genética, onde cerca de 80% dos cursos cobrem a formação tanto de mestres quanto de doutores. Na genética, o total de docentes se aproxima bastante do número daqueles com título de doutor e do total de bolsistas pesquisadores do CNPq (figura 1), corroborando o maior equilíbrio da área. No caso da botânica e da zoologia, a quase totalidade dos docentes tem título de doutor, mas apenas 50% desses correspondem a bolsistas do CNPq. Embora várias razões possam explicar essa defasagem, a limitação no número de bolsas oferecidas parece ser o fator mais importante.

É na ecologia que a discrepância ente o número de pesquisadores do CNPq e de docentes doutores da Capes é maior, com quase quatro vezes mais doutores do que pesquisadores bolsistas. Esse valor cai para 2,5 vezes quando se exclui o recém-iniciado curso de ciência ambiental da USP que, por ser eminentemente multidisciplinar, inclui docentes de muitas áreas, inclusive não-biológicas, e congrega também docentes já engajados em cursos de pós-graduação de outras áreas. Ainda assim, a discrepância entre doutores e pesquisadores bolsistas do CNPq é grande e aponta para a necessidade de uma revisão, por esse último, dos critérios de alocação de bolsas.

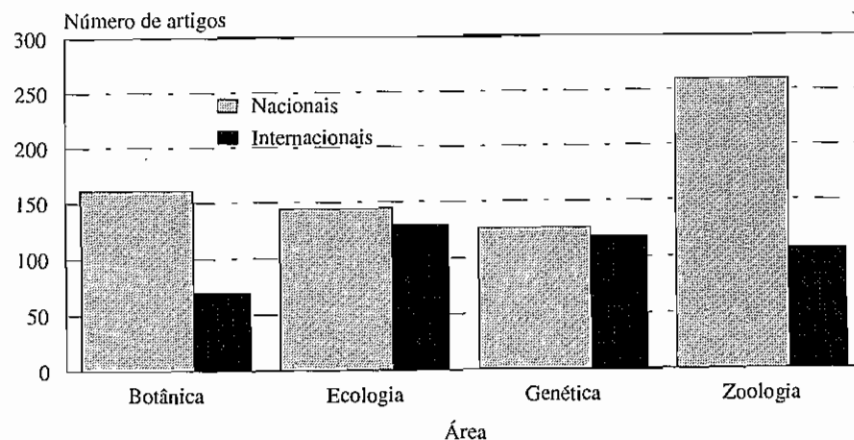
A ecologia ainda é uma área nova, já que, diferentemente das demais, onde os cursos de pós-graduação se iniciaram quase sempre por volta de 1970, seus cursos mais antigos datam de 1976, enquanto a pós-graduação só veio a ser implantada nos anos 80 e 90.

O número de estudantes titulados anualmente, nos últimos dois anos, varia bastante entre as áreas, mas, para todas, predominam os estudantes de mestrado. O tempo médio para a titulação tanto de mestres quanto de doutores é mais curto na genética. Dados da própria Capes para períodos anteriores (Roitman et alii,

1992) indicam um aumento considerável do número de titulados por ano e um gradual encurtamento do tempo de titulação em todas as áreas. Em parte, isto decorre das limitações impostas pelos órgãos de fomento nos prazos de duração das bolsas. Um fator de peso, no entanto, foi o aumento substancial, a partir de 1987, do número de bolsas de aperfeiçoamento e, principalmente, de iniciação científica, pelo CNPq, inclusive com a criação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic). Incentivos desse tipo contribuem para o aumento do interesse dos estudantes pela carreira científica, além de conduzir ao engajamento, na pós-graduação, de estudantes mais bem treinados (ou iniciados) em atividades científicas de campo ou de laboratório.

A produção científica é publicada, principalmente, em periódicos nacionais, nas áreas de botânica e zoologia, e em iguais proporções em revistas nacionais e internacionais, na genética e ecologia (figura 3). Nesse sentido, há, mesmo, uma tendência à convergência entre as áreas mais recentes e as mais consolidadas quanto aos mecanismos de divulgação de seus resultados de pesquisa. Se é certo que a botânica, a zoologia e a ecologia têm como objeto de estudo a flora ou a fauna nacionais ou ambas, os objetivos e métodos são distintos e os resultados interessam a públicos diferentes, principalmente após o despertar mundial da preocupação com a preservação do meio ambiente. Dessa forma, pesquisadores da área ecológica têm tido maior interesse em publicar em revistas de circulação mais ampla, ao mesmo tempo em que essas revistas têm sido mais receptivas a esses artigos, especialmente quando originários de países tropicais, que ainda dispõem de vastas áreas a serem preservadas.

Figura 3

Produção científica em revistas nacionais e internacionais dos docentes dos cursos de pós-graduação nas quatro áreas da biologia

Um levantamento parcial das citações de artigos de pesquisadores nacionais das quatro áreas, escolhidos aleatoriamente entre pesquisadores do nível 1 do CNPq, mostrou que os trabalhos dos geneticistas e ecólogos são citados e publicados com maior freqüência em revistas indexadas do que os de botânicos e zoólogos (dados não mostrados). É certo que o fato de a genética possuir uma revista indexada no *Current Contents* — a *Revista Brasileira de Genética*, publicada pela Sociedade Brasileira de Genética — confere maior possibilidade aos trabalhos dos geneticistas nas citações bibliográficas internacionais. Mas a própria indexação da revista é, sem dúvida, conseqüência da boa qualidade dos artigos e da periodicidade da publicação. Recentemente, a *Revista Brasileira de Botânica* — fundada pela seccional de São Paulo da Sociedade Botânica do Brasil e editada desde 1989 pela Sociedade Botânica de São Paulo — foi também indexada no ISI.

É provável, que esse quadro venha a se alterar em futuro próximo, devido ao crescente interesse pela biodiversidade, tornando-se necessário que botânicos, zoólogos, geneticistas e ecólogos estejam preparados para mudanças de enfoque e de metodologias em seus trabalhos.

Os cursos de pós-graduação com maior número de trabalhos científicos publicados, com mais docentes com doutorado, maior número de teses defendidas, e em menor tempo, e com conceitos mais altos nas avaliações da Capes concentram-se nas regiões Sudeste e Sul. Exceção são os cursos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia nas áreas de botânica, ecologia e zoologia, que, apesar de terem conceitos relativamente mais baixos na Capes, apresentam quantidade considerável de artigos publicados, principalmente em revistas internacionais. Os conceitos emitidos pela Capes sobre a qualidade dos cursos de pós-graduação sofrem, em algumas áreas, do *bias* de serem emitidos por comitês de que participam os próprios coordenadores ou ex-coordenadores desses cursos. Por outro lado, em certos cursos, como no do Inpa, é freqüente a participação de pesquisadores estrangeiros que conduzem suas pesquisas na região, e que, no entanto, normalmente publicam em seus países de origem, o que conduz a discrepâncias do tipo já apontado.

Uma reavaliação dos mecanismos e critérios para emissão dos conceitos e do processo de coleta dos dados sobre os cursos de pós-graduação deverá melhorar a consistência dos dados e a credibilidade da avaliação. A concentração dos pesquisadores e dos cursos mais qualificados nas regiões Sudeste e Sul tem sido uma tônica na maioria das áreas de pesquisa científica. As exceções é que merecem uma análise mais cuidadosa, pois representam vias que permitirão o melhor entendimento do sucesso de certos núcleos de pesquisas situados em regiões menos favorecidas, e o fracasso de outros localizados em regiões mais desenvolvidas.

5. Recursos financeiros para a pesquisa

O financiamento das atividades de pesquisa vem sendo realizado, nos últimos 40 anos, através de agências especialmente criadas para essa finalidade, seja no âmbito federal, como o CNPq, a Finep (agências do MCT) e a Capes (MEC), ou estadual, como a Fapesp e outras FAPs criadas a partir de 1989 (Guimarães, 1993). Os ministérios, secretarias de Estado e outros estabelecimentos de ensino superior que abrigam instituições de pesquisa em seus quadros, têm-se limitado a cobrir gastos com os salários dos pesquisadores e com seu apoio logístico. Essa situação é comum a todas as áreas da ciência e, portanto, aplica-se igualmente às ciências biológicas. O apoio através de agências internacionais é relativamente pequeno, embora essencial para os grupos que dele gozam.

A partir de 1988, houve uma redução no total de recursos das agências federais, que se acentuou em 1991 e 1992. Essa redução se refletiu principalmente no programa de fomento aos projetos de pesquisa do CNPq e do FNDCT/Finep, ao passo que o número de bolsas concedidas se manteve praticamente estável, embora o valor mensal tivesse sofrido uma redução drástica em relação aos valores do período 1987/88 (CNPq, 1993).

A Fapesp, por sua vez, vem ampliando os recursos de apoio a projetos, tendo, inclusive, instituído uma nova modalidade, a de projetos temáticos, de maior aporte de fundos e mais longa duração, e outra de apoio a bibliotecas. Das 21 FAPs existentes, apenas oito têm recebido recursos dos estados, quase sempre inferiores aos que foram estabelecidos pelas Constituições estaduais (*Jornal Ciência Hoje*, 1993). Esses recursos vêm sendo aplicados quase integralmente no apoio a projetos de pesquisa e chegam a constituir quase 10% dos recursos que, somados aos 40,8% advindos da Fapesp, elevam para 50% o apoio dos estados aos projetos de pesquisa financiados pelas principais agências de fomento do país (tabela 4).

Tabela 4

Participação percentual das agências de fomento no aporte de fundos para a pesquisa biológica, segundo Guimarães (1993)
Incluídas todas as áreas biológicas básicas

Agência	Bolsas %	Auxílio %	Recursos	
			Totais	%
CNPq	62,1	15,5	32,75	34,3
Finep/FNDCT*	–	22,7	12,96	13,6
Capes	32,6	–	12,54	13,1
PADCT	–	11,8	6,74	7,0
Fapesp	4,5	40,8	25,03	26,2
Outras FAPs	0,8	9,2	5,57	5,8
Total	100	100	95,59	100

* US$ milhões.

Em qualquer circunstância, essa redução dos recursos destinados à pesquisa teria efeitos altamente prejudiciais para o desenvolvimento científico e tecnológico, especialmente porque o Brasil sempre aplicou um percentual reduzido do seu PIB em ciência e tecnologia (Roitman,1990; *Jornal Ciência Hoje*, 1993). Torna-se, porém, dramática, em face da atual crise econômica, e até fatal, por se seguir a um período de franco crescimento, em que tanto as agências quanto os cientistas investiram fortemente na formação de recursos humanos e iniciaram a instalação ou recuperação de seus laboratórios (CNPq, 1993). Com isso, vem se consumando uma ação do tipo "penicilina", em que aqueles que mais crescem são também os mais prejudicados (ou dizimados).

Caso essa situação não venha a ser corrigida com urgência, dela decorrerão, inexoravelmente, a redução da produtividade, a evasão dos jovens e o desmantelamento de equipes de pesquisa, exatamente em um momento em que se espera dos cientistas, particularmente da área biológica, respostas para os grandes problemas ambientais que vêm se agravando rapidamente.

6. Perspectivas e expectativas

A alarmante destruição dos recursos naturais e suas conseqüências têm levado a uma crescente conscientização da comunidade para a necessidade urgente da conservação da biodiversidade. As razões para esse interesse podem ser várias. Se, por um lado, há os que vêem nas mudanças que estão ocorrendo nos ecossistemas naturais uma ameaça para sua sobrevivência, há também os que reconhecem que a variabilidade genética é essencial para a manutenção de gens necessários ao melhoramento da produtividade de espécies economicamente importantes (Solbrig, 1991).

Com o surgimento da biotecnologia, que, através da engenharia genética, viabiliza a transferência de gens de uma espécie para outra, todas as espécies selvagens passaram a apresentar interesse econômico intrínseco.

O Brasil abriga as mais diversificadas e as menos conhecidas flora e fauna do mundo. Mantidos fora do alcance do conhecimento científico, boa parte desses recursos genéticos, de importância ignorada e incalculável, está se perdendo em ritmo acelerado (Fearnside, 1990; Arroyo et alii, 1991). Ao mesmo tempo, esse patrimônio torna-se alvo de interesses alheios, e os benefícios decorrentes de sua apropriação e utilização acabam por ficar fora do alcance do país.

Compete, pois, aos cientistas brasileiros a tarefa de conhecer, em todos os seus aspectos, a diversidade biológica de seu território, já que, só quando detivermos esse conhecimento, poderemos fazer dele uso adequado e em benefício próprio.

A primeira dificuldade que se antevê é a falta de recursos, porquanto todas as medidas para incrementar o estudo da biodiversidade em um território das dimensões do Brasil e de grande riqueza biológica passam pela necessidade urgente de ampliação dos orçamentos de C&T. Com os orçamentos reduzindo-se a cada ano, a devastação acelerada e a permissividade (inclusive legalizada) na

exploração das riquezas naturais do país, por grupos internos e externos, em breve pouco restará da rica e propalada biodiversidade tropical e subtropical para ser racionalmente aproveitada pelos nativos dessas regiões.

Entretanto, o simples incremento nos recursos financeiros não é suficiente. É necessário que a comunidade científica nacional se conscientize da necessidade desses estudos, do nível elevado em que devem ser conduzidos e de um planejamento racional em que se definam prioridades, evitando o supérfluo e o repetitivo. Há, entre os cientistas de algumas das áreas aqui analisadas, a tendência de duplicar núcleos de pesquisa, transpondo de um para outro as mesmas linhas de investigação, metodologias, objetivos e, até, objetos da pesquisa. Um estudo relativamente recente, baseado em um modelo que levou em consideração as publicações científicas mundiais e as classificou em 37 mil áreas de especialização, mostrou que embora o Brasil figure entre os cinco países da América Latina com maior número de publicações, estas só abarcam 6,1% das áreas de especialização mencionadas (Krauskopf, 1990). No outro extremo estão os Estados Unidos, que abarcam em suas pesquisas 96% dessas áreas de especialização.

Mesmo levando em conta o *bias* introduzido pela escolha de um banco de dados que utilizou predominantemente citações dos países desenvolvidos, e o fato de as ciências biológicas serem relativamente mais difundidas no Brasil do que outras áreas da ciência (Krauskopf, 1990), o baixo número de pesquisadores nacionais confirma que muitas das linhas de especialização não estão sendo cobertas.

Se o conhecimento da biodiversidade pode se configurar como uma meta nacional capaz de congregar botânicos, zoólogos, geneticistas e ecólogos, é possível propor medidas gerais que conduzam a um crescimento simultaneamente quantitativo e qualitativo dessas áreas. Algumas dessas medidas estão diretamente vinculadas ao aumento de recursos disponíveis para o sistema de C&T. Reequipar os laboratórios de grupos qualificados, sucateados no decorrer da atual crise econômica, aumentar o número de bolsas no exterior, especialmente para os recém-doutores bem qualificados ampliarem seus conhecimentos e horizontes de pesquisa, fornecer condições materiais para a realização de expedições científicas para a coleta de material e de dados, melhorar a infra-estrutura para armazenamento de coleções de material de referência e de germoplasma, incentivar a vinda de cientistas estrangeiros para trabalharem em conjunto com cientistas nacionais, contribuindo para a formação de recursos humanos, aumentar o intercâmbio intra e interdisciplinar, através de apoio a reuniões científicas são medidas que dependem de uma decisão política de alocação de recursos.

Por outro lado, compete aos cientistas fazer uso adequado dos recursos, escolhendo sempre as pessoas e locais mais qualificados para o desenvolvimento dessas atividades. Se o conhecimento da biodiversidade é uma área de interesse comum entre botânicos, zoólogos, geneticistas e ecólogos, a prioridade para eles é, sem dúvida, o levantamento dos dados pertinentes existentes nas diversas áreas e a divulgação dessas informações entre os diferentes segmentos dessa comunidade. Com raras exceções, o que se verifica, atualmente, é que o conhecimento é fragmentado, inclusive entre os integrantes de uma mesma área ou, até, subárea da pesquisa, e praticamente inexistente entre as distintas áreas.

Além disso, apesar do crescimento das áreas biológicas no Brasil, as lacunas ainda são muito grandes e os pesquisadores qualificados, insuficientes para atender às necessidades de conhecimento em tempo igual ou superior ao da devastação que vem ocorrendo. É necessário, portanto, eleger prioridades. Muitos pesquisadores já se manifestaram nesse sentido em trabalhos semelhantes ao atual. Ao efetuar uma análise da situação da ecologia animal terrestre, no estado de São Paulo, Vanzolini (1977) apresentou uma análise lúcida do panorama da época e propostas para um estudo racional da área e de suas correlatas, os quais não se alteraram, em essência, até os dias de hoje. O inventário da diversidade existente, que envolve o concurso de pesquisadores de todas as áreas, era, e ainda é, o passo primordial.

A seleção das áreas geográficas, e ecossistemas (ou domínios morfoclimáticos), ou mesmo grupos de espécies a serem estudados prioritariamente, deverá resultar do levantamento de informações, disponibilidade de recursos materiais e humanos e importância científica e econômica desses estudos. Entretanto, algumas sugestões, de caráter geral, podem, desde já, ser colocadas para discussão. As regiões priorizadas para estudo devem apresentar diversidade ecológica, riqueza em espécies, presença de número considerável de espécies endêmicas e, ao mesmo tempo, corresponder às áreas mais suscetíveis ou ameaçadas de destruição, apresentar possibilidades de manejo e, também, um número expressivo de espécies reconhecidamente passíveis de aproveitamento econômico.

Referências bibliográficas

Almeida, D. F. *Genética.* Brasília, Seplan/CNPq, 1992. p. 199-255. (Avaliação e Perspectivas, 14.)

Arroyo, M. K.; Raven, P. H. & Sarukan, J. *Biodiversity.* Vienna, Áustria, 1991. 17p. (International Conference on an Agenda of Science for Environment and Development into the 21st Century.)

Azevedo, Fernando de. *As ciências no Brasil.* São Paulo, Melhoramentos, 1955. 2v.

CNPq. O orçamento do CNPq no período 1980-1992 à beira do colapso. *Informe Estatístico.* Brasília, MCT/CNPq/DAD/SUP/Cooe, *4*(2), 1993.

Como vão os órgãos estaduais de amparo à pesquisa? *Jornal Ciência Hoje,* 7:2.674-5, 1993.

Coutinho, L. M. *Ecologia.* São Paulo, Aciesp, 1977. p. 11-5. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, IX.)

Fearnside, P. M. The rate and extent of deforestation in Brazilian Amazonia. *Environment Conservation, 17*(3):213-26, 1990.

Goeldi, E. A. *Alexandre Rodrigues Ferreira.* Brasília, Universidade de Brasília, 1982. 80p.

Guimarães, J. A. Financiamento à ciência e tecnologia em ciências biológicas no Brasil. In: Allende, J. E. (ed.). *La financiación de las ciencias biológicas en Latinoamérica.* 1993. (Anais do 3º Simpósio Relab.)

Krauskopf, M. Indicadores epistemométricos que perfilan la productividad científica en América Latina. Realidades y desafios. In: Allende, J. E. (ed.). *La biología como instrumento de desarrollo para América Latina.* 1990. p. 535-61. (Anais do 1º Simpósio Relab.)

Martins, U. R. *Entomologia sistemática.* São Paulo, Aciesp, 1977. p. 9-25. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, X.)

Menezes, N. L. *Botânica.* Brasília, Seplan/CNPq, 1992. p. 37-67. (Avaliação e Perspectivas, 10.)

Narchi, W. *Sistemática e morfologia.* São Paulo, Aciesp, 1977. p. 23-42. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, XII.)

Nogueira, E. *Botânica no Brasil. Descrição do quadro atual/linhas de ação.* Brasília, MCT/CNPq, 1987. 54p.

Perondini, A. L. P; Mourão, C. A.; Paterniani, E; Azevedo, J. L. & Frota-Pessoa, O. *Biociências. Genética.* São Paulo, Aciesp, 1977. 92p. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, VIII.)

Pires O'Brian, M. J. An essay on the history of natural history in Brasil, 1500-1900. *Archives of Natural History.* 1993. p. 2.037-48.

Roitman, C.; Almeida, D. F.; Azevedo, E. E. de S. et alii. Estado actual y perspectivas de las ciencias biológicas en Brasil. In: Allende, J. E. (ed.). *La biología como instrumento de desarrollo para América Latina.* 1990. p. 69-87. (Anais do 1º Simpósio Relab.)

———. Informe sobre los recursos humanos en las ciencias biológicas en Brasil. In: Allende, J. E. (ed.). *Formación, retención y recuperación de recursos humanos en ciencias biológicas para América Latina: una estrategia para enfrentar la fuga de cerebros.* 1992. p. 57-64. (Anais do 2º Simpósio Relab.)

Solbrig, O. T. The roots of biodiversity crisis. *Biologia Internacional,* 1991.

Tundisi, J. G. *Ecologia aquática vegetal.* São Paulo, Aciesp, 1977. p. 25-41. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, IX.)

Vanzolini, P. E. *Ecologia animal terrestre.* São Paulo, Aciesp, 1977. p. 85-93. (Ciência e Tecnologia no Estado de São Paulo, IX.)

———. *Zoologia.* Brasília, Seplan/CNPq, 1982. p. 235-345. (Avaliação e Perspectivas, 19.)

Anexo

Relação de siglas e abreviaturas

Aciesp	Academia de Ciências do Estado de São Paulo
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C&T	Ciência e Tecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FAPs	Fundações de Amparo à Pesquisa
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FNDCT	Fundação Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IBt/SP	Instituto de Botânica de São Paulo
IES	Instituição de Ensino Superior
Inpa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
ISI	International Scientific Information
JB/RJ	Jardim Botânico do Rio de Janeiro
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
Pibic	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica
PIG	Programa Integrado de Genética
UA	Universidade do Amazonas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

UFPr	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFV	Universidade Federal de Viçosa
Unesp	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Unicamp	Universidade de Campinas
USP	Universidade de São Paulo